

S3 1 PN="JP 2066510"
?t 3/5/1

3/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

008129299 **Image available**
WPI Acc No: 1990-016300/199003
XRPX Acc No: N90-012521

**Optical reduction system in micro-lithography - has beam splitter cube
and four lens groups all of fused silica, with power balance correcting
colour and astigmatism**

Patent Assignee: SVG LITHOGRAPHY SYSTEMS INC (SVGL-N); PERKIN-ELMER CORP
(PEKE); WILLIAMSON D M (WILL-I)

Inventor: WILLIAMSON D M

Number of Countries: 010 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 350955	A	19900117	EP 89112975	A	19890714	199003 B
JP 2066510	A	19900306	JP 89180667	A	19890714	199015
US 4953960	A	19900904	US 88223968	A	19880715	199038
CA 1320375	C	19930720	CA 602797	A	19890614	199335
EP 350955	B1	19961106	EP 89112975	A	19890714	199649
DE 68927423	E	19961212	DE 627423	A	19890714	199704
			EP 89112975	A	19890714	

Priority Applications (No Type Date): US 88223968 A 19880715

Cited Patents: No-SR.Pub; DE 1957628; FR 2134272; US 3536380; US 4302079;
US 4796984

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 350955	A	E	8		
-----------	---	---	---	--	--

EP 350955	B1	E	12	G02B-017/08	
-----------	----	---	----	-------------	--

Designated States (Regional): CH DE FR GB IT LI NL

DE 68927423	E	G02B-017/08	Based on patent EP 350955
-------------	---	-------------	---------------------------

CA 1320375	C	G02B-017/08	
------------	---	-------------	--

Abstract (Basic): EP 350955 A

An optical projection system includes lens group with a shell (12) and positive lens (13), a mirror (16) to bend the beam 90 deg., and a second lens group with negative lens (14) and positive lens (15). A beam splitter cube (17), a third lens group (18,19) as an air spaced doublet, a concave spherical mirror (20), and fourth lens group with four lenses (21,22,23,24) to focus the image are also provided. The first and fourth lens groups provide telecentricity at the object and image planes (11,25) respectively. All lens elements are of fused silica, and colour and astigmatism are corrected by balancing the powers of the various lens groups against each other.

ADVANTAGE - Functions at short wavelength, is compact at under half metre length.

1/2

Title Terms: OPTICAL; REDUCE; SYSTEM; MICRO; LITHO; BEAM; SPLIT; CUBE; FOUR
; LENS; GROUP; FUSE; SILICA; POWER; BALANCE; CORRECT; COLOUR; ASTIGMATIC

Derwent Class: P81; U11

International Patent Class (Main): G02B-017/08

International Patent Class (Additional): G02B-013/00; H01L-021/02

File Segment: EPI; EngPI

⑫ 公開特許公報(A) 平2-66510

⑬ Int.Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)3月6日

G 02 B 17/08
H 01 L 21/027

A 8106-2H

7376-5F H 01 L 21/30 3 1 1 N

審査請求 未請求 請求項の数 15 (全6頁)

⑮ 発明の名称 反射屈折光学的縮小光学系

⑯ 特 願 平1-180667

⑰ 出 願 平1(1989)7月14日

優先権主張 ⑱ 1988年7月15日 ⑲ 米国(US) ⑳ 223968

㉑ 発 明 者 デヴィッド・エム・ウ イリウムスン アメリカ合衆国コネチカット・ベスル・チムニイ・ドライ
ブ 26
㉒ 出 願 人 ザ・パーキン-エルマ アメリカ合衆国コネチカット・ノーウオーク・メイン・ア
ー・コーポレイション ヴェニュー 761
㉓ 代 理 人 弁理士 矢野 敏雄

明 細 書

1 発明の名称

反射屈折光学的縮小光学系

2 特許請求の範囲

1. 長い共役側端部から短い共役側端部に向かって、第1レンズ群と、ビームスプリッタと、第2レンズ群と、収束鏡と、第3レンズ群とからなり、系に入射するビームが前記第1レンズ群、前記ビームスプリッタ、前記第2レンズ群を通過し、かつ前記収束鏡によって反射されて逆方向に第2レンズ群を通過し、かつ前記ビームスプリッタによって前記第3レンズ群を通過せしめられることを特徴とする反射屈折光学的縮小光学系。

2. 前記第1レンズ群の屈折力が横方向の色及び歪曲収差補正のために第3レンズ群の屈折力に対して均衡化されている請求項1記載の光学系。

3. 鏡によって系に導入された収差が前記第1、第2、及び第3レンズ群によって補正され

ている請求項1記載の光学系。

4. 鏡によって系に導入された収差が第1、第2及び第3レンズ群によって補正されている請求項2記載の光学系。

5. 低次のコマ収差及び球面収差が前記第2レンズ群によって補正されている請求項4記載の光学系。

6. 高次のコマ収差及び高次の歪曲収差が前記第3レンズ群によって補正されている請求項1記載の光学系。

7. 非点収差が主に前記第3レンズ群によって補正される請求項6記載の光学系。

8. 前記第1、第2、第3レンズ群及び前記ビームスプリッタが同じ材料からなる請求項7記載の光学系。

9. 前記材料が石英ガラスである請求項8記載の光学系。

10. 前記ビームスプリッタがキューブである請求項9記載の光学系。

11. 前記ビームスプリッタが傾斜した薄い平行

プレートである請求項9記載の光学系。

12. 前記第1レンズ群が、ビームが前記ビームスプリッタに入射する前方に該ビームを平行にする素子を有している請求項11記載の光学系。
13. 前記第1レンズ群の前方に前記長い共役側端部にテレセントリック作用を及ぼすレンズ群が配置されている請求項10記載の光学系。
14. 前記第3レンズ群が前記短い共役側端部にテレセントリック作用を及ぼす請求項12記載の光学系。
15. 前記第3レンズ群が前記短い共役側端部にテレセントリック作用を及ぼす請求項13記載の光学系。

3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、反射屈折光学的縮小光学系に関する。

〔従来の技術〕

片を有する、即ち 0.45 の開口数を有しかつ比較的大きい像野寸法をカバーするにもかかわらず、長さが50cm未満である。

本発明は、Dysonによって記載された系〔J. Dyson, "Unit Magnification Optical System Without Siedel Aberrations", J. Opt. Soc. Am. 49(7), 713-716 (1959)参照〕を基礎とした、C. G. Wynneによる米国特許第一号明細書〔C. G. Wynne, Optical Instruments and Techniques, Oriel Press, New Castle upon Tyne, England (1969)〕によって記載された光学系に関する。その大きな相異点は、本発明による光学系は、1:1以外の縮小比で動作することにある。

本発明の1実施形態においては、屈折光学的縮小系は、長い共役側端部から短い共役側端部に向かって、第1レンズ群と、第2レンズ群と、ビームスプリッタと、第3レンズ群と、収斂鏡と、第4レンズ群とからなる。該系は物体面と像面が平行になるように配置されている。該

半導体製造装置の設計は、一層高密度の集積回路を製造せんとする傾向によって益々必要になって来た。光学的投影系においては像寸法の縮小は、理論的には系の短波長で動作する能力のみによって制限される、換言すれば投影光源をスペクトルのUV範囲に近付ける程、像寸法は小さくなるはずである。しかしながら、実際には、像寸法は光学系の解像力、即ち光学系が物体を光学系によって導入される収差を実質的に含まない像として伝送する能力によって制限される。高い解像力を維持すること、即ち実質的に収差不含の光学系の問題点は、投影系が縮小、即ち結像した際の物体の寸法の縮小の付加的な利点を有するように設計される場合には一層悪化される。

〔発明の構成〕

本発明は、光学系における驚異的進歩を提供しかつ0.35 μ mより小さい解像力をもって深UVでの動作を可能にするものである。本発明は、付加的なコンパクトであると言う重要な利

系は量端部がテレセントリックである。全ての反射成分は同じ材料、石英ガラスからなっている。ビームスプリッタは、また石英ガラスからなるキューブである。

収斂鏡の低次のコマ収差及び球面収差は、第3レンズ群によって補正される。全ての次数に対する非点収差は主に第4群によって補正され、該群の空間はまた高い高次のコマ収差及び歪曲収差を生じる。低次の歪曲収差は第一に第2群と第4群との間で最適な屈折力を選択することにより補正される。

軸方向の色（焦点の色収差）は、視野湾曲の色収差に対して平衡化されている。第2群の横方向の色（倍率の色収差）は、第4群に対して平衡化されている。

もう1つの実施例においては、本発明は、長い共役側端部から短い共役側端部に向かって、第1レンズ群と、薄い傾斜したビームスプリッタと、第2レンズ群と、球面鏡と、第3レンズ群とからなる屈折光学的縮小系である。該系は

、物体面と像面が平行になるように配置されており、かつ短い共役側端部がテレセントリックである。全ての屈折素子は同じ材料、石英ガラスからなっている。収斂鏡の低次のコマ収差、球面収差及び湾曲収差は、第2レンズ群によって補正される。全ての次数に対する非点収差は主に第2及び第3群によって補正される。第3群の空間はまた高次のコマ収差及び歪曲収差を生じる。第1及び第3群の低次の歪曲収差は互いに平衡化されている。

残留軸方向色はまた視野湾曲の色収差に対して平衡化されている。第1群の横方向色は、第3群に対して平衡化されている。

本発明は一般に投影マイクロソングラフイーで使用されかつステップアンドーリビート、ステップアンドースキャン又は全視野走査系において使用することができる。

〔実施例〕

次に、図示の実施例により本発明を詳細に説明する。

レンズ23と24からなる。

レティクル又は長い共役側端部から系に入射するビームは第1群、即ちレンズ12及び13と通過し、偏向鏡16によって反射されかつ第2のレンズ群、即ちレンズ14及び15、ビームスプリッタ17、第3のレンズ群、即ちレンズ18及び19を通過し、鏡20によって反射されて逆方向にレンズ18及び19を通過しかつビームスプリッタ17によって、レンズ21、22、23及び24からなる第4レンズ群を通過するように反射され、かつ像面又はウェハ面25に焦点が合わされる。

第1のレンズ群12及び13並びに第4のレンズ群21、22、23及び24は、物体面1と像面25でそれぞれテレセントリック系を構成する。

関連のある Wynne-Dyson光学系におけると同様に、球面鏡20の視野湾曲及び非点収差は、屈折素子の全屈折力に対して平衡化されている、しかしながら、Wynne-Dyson系とは異なり、鏡

第1図は、本発明の縮小光学系10の第1実施例を示す。その長い共役側端部から、該光学系は物体もしくはレティクル面11、シェル12と正のレンズ13とからなる第1のレンズ群及び負のレンズ14と正のレンズ15とからなる第2のレンズ群から構成されている。第1のレンズ群と第2のレンズ群との間、即ちレンズ対12、13とレンズ対14、15との間に偏向鏡16が配置されている。図面から明らかなように、偏向鏡16はビームの方向を90°変化させかつその目的は光学系の全長を短くするために物体面と像面を平行にすることにある。次に、ビームスプリッタキューブ17が配置され、それに正のレンズ18と負のレンズ19とからなる第3のレンズ群が引き続いている。このレンズ群構成は、しばしば空隙ダブレットとして構成されているのが有利である。次に、凹面鏡20が設けられている。最後に全体で正の屈折力を有する第4のレンズ群は、正のレンズ21、僅かに負であるシェル22並びに正のレ

20は1:1とは異なった縮小比で動作する。従って、球面収差及びコマ収差を導入し、これらは主に空隙ダブレット(レンズ18、19;第3群)によって、第3群と第4群との間の収斂ビームのにおけるビームスプリッタキューブからの著しい援助を伴って補正される。1:1以外の縮小比から生じる別の問題は、歪曲収差が補正されるべきことにある、この補正は第一に第2群と第4群との間の屈折力及び配置の最適な選択により、第1群とビームスプリッタキューブからの若干の援助を伴って達成される。

オリジナルの Dyson系を有する問題点は、最後の光学的表面と像面との間に僅少の隙間が存在することにある。このことは Wynne系においては、異なった反射率を有する第2の反射材料を使用することにより克服される。本発明においては、1種類の材料のみを使用しかつ第4群内の空隙(21/24)が同じ目的を達成する。付加的に、これらは高次のコマ収差及び歪

曲収差補正を行いつつまた1:1以外の縮小比によって所望される。

Wynne-Dyson 系の実施態様は、高次の非点収差により限界がある。本発明においては、この収差は最初の2つの群、特にシェル2及び弱い負のレンズ14によって補正される。主な低次の非点収差補正は、第4群の屈折力により行われる。

大部分の縮小は球面鏡20によって行われるので、色収差は元々小さい。残留軸方向色（焦点の色収差）は補正されないが、系のスペクトルバンド幅を240〜256ナノメートルに制限する視野湾曲の色収差に対してはむしろ平面化されている。このことはむしろエキサイマレーザ光源のために好適であり、かつまた濾波した水銀アークの使用を可能にする。この範囲に亘って、二次スペクトルは問題にならない、従って唯一の屈折材料を使用するのが有利である。横方向の色（倍率の色収差）は、第2群と第4群の間の屈折力の平面化によって補正される。

。球面色収差（球面収差の色収差）は、第3群によって最低にされる。

第1図の実施例は、直径30mmの像野をもって、縮小比4/1、開口数0.45で作動するように設計されている。

第1表は、屈曲していない系で示した、第1の光学系の構造データを示す例である。

第1表

No.	半 径	次の面へ の距離	円直径	材料
1	154.729	17.442	129.56	石英ガラス
2	147.836	17.860	126.72	空 気
3	642.694	17.442	128.36	石英ガラス
4	-939.006	240.837	129.45	空 気
5	-236.132	20.930	144.90	石英ガラス
6	-343.127	85.549	151.08	空 気
7	694.200	25.116	167.11	石英ガラス
8	-370.976	175.727	167.37	空 気
9	平面	120.558	130.07	石英ガラス
10	平面	2.016	114.03	空 気
11	540.410	13.953	113.03	石英ガラス
12	-299.296	4.842	111.86	空 気
13	-184.842	7.757	111.02	石英ガラス
14	2217.512	8.155	110.46	空 気
15	-305.041	-8.155	113.25	空 気
16	2217.512	-7.757	112.36	石英ガラス
17	-184.842	-4.842	108.12	空 気
18	-299.296	-13.953	107.99	石英ガラス
19	540.410	-2.016	106.87	空 気
20	平面	-55.814	105.13	石英ガラス
21	平面	61.395	91.46	石英ガラス
22	平面	1.101	76.42	空 気
23	90.557	11.163	73.13	石英ガラス
24	184.450	2.016	114.03	空 気
25	75.556	11.163	66.13	石英ガラス
26	64.512	5.262	58.39	空 気
27	113.909	32.289	57.23	石英ガラス
28	813.059	1.116	40.67	空 気
29	211.059	-6.455	39.12	石英ガラス
30	平面	5.581	35.64	空 気
31	平面		30.30	

第2図の実施例は、屈折光学的縮小系30を示す。この実施例は第1図の実施例に類似しているが、第1レンズ群が排除されておりかつビームスプリッタキューブが薄い傾斜したビームスプリッタによって置き換えられている点で異なっている。第1レンズ群を排除することは、不必要である物体又はレティクル面のテレセントリック作用を排除することである。また、このような若干の屈折素子の除去すること並びに薄いビームスプリッタを使用することは、吸収が弱められるために、第2図の光学系をより深いUV内で使用することを可能にする。第2図の実施例は、 $193 \pm 1 \text{ nm}$ で1点に集まる光源を用いて4:1の縮小比で0.45の開口数で動作するように設計されており、かつ20×5mmの像野を有している。

長い共役側端部から、即ち物体又はレティク

ル計31から出発して、第2図の光学系は、偏向鏡32からなり、該偏向鏡は物体面と像面が平行になるように、光線もしくはビームを系に入射させる。偏向鏡32の後方に、正のレンズ33、負のレンズ34及び正のレンズ35からなる第1レンズ群、薄い平行面ビームスプリッタ36、唯一の負のレンズ37からなる第2レンズ群、凹面鏡38、正のレンズ群39、シェール40、正のレンズ41、シェール42及び正のレンズ43からなる第3レンズ群が配置されている。この最後の群は数ある機能の中でも像面又はウェハ面44にテレセントリック作用を提供する。

第1レンズ群の第1レンズ33は、ビームスプリッタ36への入射ビームを平行にする、さもなければこれは若干の収差が発生する。

第1実施例におけるように、球面鏡38の視野曲及び非点収差は、屈折素子の全屈折力に対して平衡化されている。鏡38もまた1:1以外の縮小比で動作する。従って、これは球面

収差及びコマ収差を導入し、これらは主にレンズ37によって補正される。歪曲収差は第一に第1群と第2群の間の位置及び屈折力の最適な選択によって補正される。

第3群(レンズ39~43)内の空間は、最後の光学面と像面の間の有限空隙を可能にする。更に、これらは再び1:1以外の縮小比によって所望される高次のコマ収差及び歪曲収差補正を行う。

主な低次の非点収差補正は、第3群の屈折力から生じる。第1実施例とは異なり、高次の非点収差補正は第3群によって行われる、そのために該群は第1実施例の第4群よりも1つ多い素子を有している。

残留軸方向色収差(焦点の色収差)は、再び視野曲の色収差に対して平衡化されており、このことが系のスペクトル帯幅を192~194ナノメートル範囲内に制限する。このスペクトル範囲は、石英ガラスの分散は波長が短くなれば急速に増大するので、第1実施例よりも小さ

い。エキサイマレーザ源にとってはまだ好ましいであるが、濾波した水銀アークは使用できない。

第2図の実施例の構造データは、以下の第2表に屈曲していない系で示されている。

第 2 表				
No.	半 径	面距離	円直径	材 料
1	804.136		201.81	
2	-638.535	21.000	202.02	石英ガラス
3	496.223	124.640	183.79	空 気
4	278.033	12.150	179.74	石英ガラス
5	343.433	32.336	180.91	空 気
6	803.755	18.375	179.00	石英ガラス
7	平面	88.767	187.34	空 気
8	平面	18.103	165.73	石英ガラス
9	-230.406	79.655	156.55	空 気
10	-478.496	13.125	159.96	石英ガラス
11	-372.778	5.739	160.25	空 気
12	-478.496	5.793	157.26	空 気

13	-230.406	-13.125	145.40	石英ガラス
14	平面	-60.000	114.83	空 気
15	平面	-19.655	102.37	空 気
16	116.134	73.470	80.78	空 気
17	180.260	12.250	78.88	石英ガラス
18	60.419	1.000	73.03	空 気
19	54.437	11.572	65.15	石英ガラス
20	90.217	6.851	64.30	空 気
21	2476.180	26.052	53.20	石英ガラス
22	-129.689	4.559	51.57	空 気
23	-128.971	15.231	45.83	石英ガラス
24	249.518	1.448	42.10	空 気
25	-1730.382	15.570	33.52	石英ガラス
26	平面	12.500	21.00	空 気

前記に示した2つの光学的縮小系の間の主な相異点は、一方は248nmで、他方は193nmで機能するように設計されている点にある。光学系は別の波長で作動するように変更できるものと理解されるべきである。両者の系は寄

しくコンパクトである、例えば第1図の光学系は0.5m未満の長さを有する。物体領域を小さくすれば、系を一層コンパクトに構成することができる。

これらの変更及びその他の変更は、前記の実施例の説明を考慮すれば可能である。但し前記実施例は本発明を限定するものではなく、本発明は前記特許請求の範囲の記載によってのみ制限される。

4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の光学系の第1実施例の略示構成図及び第2図は第2実施例の略示構成図である。

10、30…光学的縮小系、11…レティクル又は物体面、12、13及び33、34、35…第1レンズ群、14、15及び37…第2レンズ群、17、36…ビームスプリッタ、18、19…第3レンズ群、20、38…収斂鏡、21、22、23、24及び39、40、41、42、43…第4レンズ群、44…像又はウエハ面

代理人 弁理士 矢野 敏 雄

